

Relaciones entre el dominio afectivo y la modelización matemática: Una revisión de la literatura

Milton Cesar Campeón-Becerra¹

Jhony Alexander Villa-Ochoa²

¹ *Universidad Tecnológica de Pereira*

² *Universidad de Antioquia*

Colombia

En este capítulo se presenta el resultado de una revisión de la literatura cuyo objetivo es determinar las relaciones existentes entre el dominio afectivo con la modelización matemática. Para estructurar la revisión y construir un punto de vista de la información previamente publicada, se desarrollaron las fases propuestas por John Creswell. En las investigaciones donde se aborda la modelización matemática junto con el dominio afectivo, no se encontró una comprensión homogénea sobre la misma, ya que las concepciones dependen de los enfoques, propósitos, intereses y condiciones curriculares que subyacen a su integración con las matemáticas escolares. De igual forma, se observa un marcado interés por reconocer el dominio afectivo, no como un subconjunto de la cognición, como tradicionalmente se ha hecho, sino como un constituyente de igual importancia y complejidad. En cuanto a la información recopilada se realizó un análisis sistemático de la investigación producida en la conjunción modelización y dominio afectivo desde un enfoque crítico analítico. Los resultados muestran principalmente dos tipos de relaciones: reciprocidad y direccionadas. En los trabajos donde se establecen relaciones de reciprocidad el dominio afectivo influye en la modelización matemática y viceversa. Mientras que en los trabajos donde se establecen relaciones direccionadas, el incorporar situaciones de modelización en las clases influye positiva o negativamente en el dominio afectivo. Se concluye que existen diversas relaciones que emergen entre estos dos campos de investigación, que aún deben ser exploradas en profundidad. Asumir la modelización como un ambiente de aprendizaje y estudiar su relación con los componentes del dominio afectivo es una de ellas.

¹ Licenciado en Matemáticas, Especialista en Informática educativa y Magíster en Enseñanza de la matemática.

Contacto: m.campeon@utp.edu.co

² Licenciado en Matemáticas y física, Especialista en Enseñanza de la matemática, Magíster y Doctor en Educación.

Contacto: jhony.villa@udea.edu.co

1. INTRODUCCIÓN

El estudio del afecto en educación matemática es un área de investigación que ha venido cobrando importancia desde la década de los 80, especialmente en la resolución de problemas [1]. Estudios realizados en esta área han mostrado que el afecto y las emociones tienen una alta influencia en la motivación y desempeño escolar de los estudiantes [2-3]. A pesar de la relación existente entre las emociones y los procesos cognitivos inmersos en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, la investigación en el tema es escasa, en parte, esto se debe a la falta de instrumentos para realizar un diagnóstico y la dificultad para ubicarlo en un marco teórico [1, 3].

Los documentos consultados, destacan que los estados emocionales positivos de los estudiantes favorecen el aprendizaje de las ciencias, mientras que los estados emocionales negativos dificultan o limitan la capacidad de aprender [4]. Estas relaciones se deben a que sentimientos y emociones juegan un papel clave en el desarrollo del aprendizaje, ya que cada persona da sentido al lugar que ocupa en el entorno que le rodea a partir del mundo *subjetivo* y emocional que desarrolla [4]. Esto significa que las concepciones que los individuos construyen a partir de su experiencia con el mundo físico están condicionadas por los componentes afectivos y emocionales asociados a tales experiencias [4].

La investigación internacional reporta que una de las principales razones del bajo rendimiento escolar en matemáticas, está relacionado con la escasa motivación, la cual se debe, en buena parte, a la desconexión existente entre lo que se enseña en las aulas y el contexto real de los estudiantes [5]. Esta enseñanza descontextualizada conlleva a que el estudiante encuentre dificultades para comprender los contenidos, presentando frustración, hastío e indisposición hacia esta área [4, 6]. Al respecto, diferentes investigadores han encontrado que existe una relación entre la emocionalidad y el desempeño en matemáticas de los estudiantes al trabajar situaciones de aprendizaje orientadas a la resolución de problemas [1, 7].

En el ámbito educativo, la modelización matemática puede comprenderse desde diferentes perspectivas. En [8], se concibe como una estrategia que posibilita la producción de significados matemáticos a partir de los contextos reales. Para [9], se entiende como un entorno de aprendizaje centrado en un acontecimiento o una serie de acontecimientos de su cotidianidad a los que los estudiantes intentan dar sentido identificando, observando, midiendo y manipulando, mediante el uso de las matemáticas.

La cantidad de investigaciones sobre modelización, son evidencia de que se ha consolidado como un dominio de investigación al interior de la educación matemática [10]. Por lo tanto, se presentan argumentos formativos, críticos, prácticos, culturales e instrumentales que apoyan la pertinencia del uso de modelos y aplicaciones en la formación de los estudiantes [11]. En particular, la literatura sugiere que las aplicaciones deben formar parte del currículo de matemáticas, pues permite el desarrollo de competencias, la comprensión conceptual y otros aspectos cognitivos [12]. Sin embargo, también sugiere que, a través de la modelización se pueden fomentar aspectos no cognitivos como la motivación, actitudes, y aspectos que promueven la creatividad y resolución de problemas [12].

A pesar de la diversidad de tareas y perspectivas, se sigue requiriendo de investigaciones que documenten las condiciones, obstáculos y posibilidades que ofrecen las tareas y nuevos marcos que permitan interpretar los resultados tanto en el ámbito cognitivo como no cognitivo, en particular, con el dominio afectivo [13]. A partir de lo planteado hasta aquí, esta revisión se propone identificar las relaciones se han documentado entre la modelización matemática y el afecto. Por tanto, se ofrece una respuesta a la pregunta: ¿Qué relaciones se han establecido en la literatura de investigación educativa entre las emociones, sentimientos, afectos y la modelización matemática?

2. MÉTODO

Para estructurar la revisión y construir un punto de vista de la información previamente publicada se siguieron las orientaciones de [14]. En este trabajo, se incluyó una búsqueda y análisis sistemático de la investigación producida en la conjunción modelización y afecto, por tanto, incluyó las siguientes fases:

2.1 Delimitación de la problemática

El estudio de las emociones y sentimientos en matemáticas es un campo de investigación que ha venido cobrando importancia en las últimas décadas. Por su parte, la modelización matemática puede ser vista desde diversas ópticas según sea la necesidad de aprendizaje o investigativa. Con este estudio se pretende analizar la relación que existe entre el dominio afectivo con los procesos de modelización matemática en la investigación en Educación Matemática.

2.2 Identificación de conceptos y palabras clave

Para esta revisión de la literatura el equipo decidió enfocar la búsqueda en la base de datos Scopus, la cual es ampliamente aceptada dentro de la comunidad académica, ya que indexa con rigurosos criterios de evaluación además de su gran cobertura idiomática y geográfica [15]. Una vez definida la base de datos, se utilizó la ecuación de búsqueda: *affect or affectivity or emotions and mathematical modelling*. Se utilizó esta ecuación porque relaciona los términos que son claves para nuestro estudio. También se utilizaron los operadores Booleanos *or*, *and* con el fin de hallar convergencias entre estos términos.

La búsqueda se realizó entre los meses de agosto y septiembre del 2021, y arrojó un total de 2223 artículos para un primer análisis. Se revisaron títulos, *abstracts* y palabras clave para identificar si se ajustaban a los intereses de esta revisión, luego definieron y aplicaron los criterios de inclusión y exclusión que se presentan en la Tabla 1. Este proceso arrojó como resultado un total de 16 artículos.

Posteriormente, se aplicó *backward search* [16] con el fin de identificar otra información relevante fue así como se incluyó ICME-13 Modeling students mathematical modeling competencias [17] y *Affect in Mathematical Modeling* [18]. Asimismo, se incluyó una búsqueda en la serie *International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling* la cual se considera una fuente bibliográfica importante en la modelización matemática como dominio de investigación [19].

Estas búsquedas permitieron incluir 12 documentos más al cuerpo de textos a analizar. Para incluir investigación relevante en un idioma diferente al inglés, se amplió la búsqueda a la base de datos Redalyc. Se aplicaron los mismos criterios de búsqueda tanto en inglés como en español y portugués, no obstante, luego de aplicar los criterios de inclusión y exclusión, no se encontró ningún artículo para su análisis.

2.3 Delimitación de los criterios de inclusión y exclusión

Según [14], la revisión de la literatura de una investigación debe contener criterios de inclusión y exclusión que posibiliten analizar los resultados arrojados por la ecuación de búsqueda y limitarlos solo a los documentos, ya sean libros, capítulos de libros o artículos relacionados con el tema del estudio. En la Tabla 1 se enuncian los criterios de inclusión y exclusión establecidos para filtrar los documentos obtenidos en la primera búsqueda.

Tabla 1. Criterios de inclusión y criterios de exclusión.

Criterios de Inclusión	Criterios de exclusión
Artículos, capítulos de libro y libros evaluados por pares académicos.	Memorias de eventos, literatura gris,
Artículos que analicen con datos empíricos la relación entre la modelización matemática con los sentimientos y emociones de los estudiantes.	Documentos que presenten desarrollos teóricos sobre modelización matemática o emociones. Artículos o investigaciones de carácter psiquiátrico, estudios sobre casos médicos y estudios con grupos poblacionales no pertenecientes a un nivel educativo.
Idioma español, portugués e inglés	Idiomas diferentes al español, portugués e inglés.

Definición de los objetivos de búsqueda en los documentos seleccionados: para analizar las relaciones que pueden identificarse entre los campos de investigación mencionados, cada documento obtenido en la primera búsqueda se revisó dos veces. En la primera revisión se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión, con lo cual se delimitó el número de documentos pertinentes para esta investigación (n=28), luego cada documento se leyó en profundidad con el fin de responder las siguientes preguntas:

1. ¿Cuáles son las comprensiones de modelización matemática y del afectivo que circulan en el corpus de investigación?
2. ¿Qué relaciones se describen entre el dominio afectivo y la modelización matemática?
3. ¿Cuál es la población, teoría e instrumentos utilizados en la investigación sobre afecto y modelización matemática?

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Se presentan las diferentes formas de entender o asumir la modelización matemática y el dominio afectivo en los trabajos revisados. De igual forma se reportan las relaciones encontradas en la literatura revisada, así como las poblaciones con las que se ha investigado y los instrumentos de recolección de información utilizados.

3.1 Modelización matemática

La modelización y el estudio de las emociones representan dos áreas en la investigación internacional en Educación Matemática [7,13,20]. Como se mencionó anteriormente, existen diversas comprensiones y aproximaciones. En las investigaciones donde se aborda la modelización matemática junto con el dominio afectivo, no se encontró unicidad de criterios al momento de definirla, los autores la definen en función de los propósitos e intereses que subyacen a su integración en el currículo escolar.

Los trabajos revisados dan cuenta de tres comprensiones. Para la mayoría de los autores que investigan el dominio afectivo y la modelización matemática, esta última es asumida como un proceso que se puede describir a través de ciclos compuestos por una serie de fases [2, 7, 13, 20-22]. En dicho proceso, los estudiantes crean explicaciones en forma de modelos utilizando herramientas matemáticas y estadísticas para analizar situaciones del mundo real, comprenderlas y tomar decisiones sobre ellas [23-26]. Los investigadores coinciden en que, para crear un modelo, el solucionador de problemas debe desarrollar un proceso de matematización. Dicho proceso implica analizar la información disponible, la cual puede no ser aparentemente matemática, para luego adaptarla y considerarla desde el ámbito de las matemáticas [13].

Desde esta mirada, la modelización tiene varios objetivos relacionados con el dominio afectivo. Uno es que el estudiante se sienta seguro (autoeficacia) de que será capaz de resolver el problema, debido a que generalmente no aparecen términos matemáticos o fórmulas complejas en la descripción del problema. Incluso los estudiantes de bajo rendimiento pueden pensar que van a resolverlo si entienden bien la descripción de la situación [27]. Otro objetivo apunta a que la tarea propuesta al estar relacionado con el contexto del estudiante, despierte cierto interés y, por tanto, se sienta motivado a resolverlo [24-26]. En conjunto, estas investigaciones aportan elementos para entender la modelización como un proceso, que si se desarrolla correctamente puede posibilitar el entendimiento de objetos matemáticos a partir de su relación con la realidad. Sin embargo, existen otras miradas de la modelización que se valoran por sus aportes tanto a la comprensión matemática y de su rol en la sociedad (por ejemplo, la perspectiva socio-crítica).

Esta revisión mostró que algunos autores entienden la modelización como una forma de describir el mundo aplicando las matemáticas en la resolución de problemas de situaciones de la vida real que no tienen una estructura regular [1, 9, 27-30]. Para estos autores, modelar es construir un modelo matemático, físico o abstracto que capture parte de las características de una realidad para poder describirla, comprenderla, manipularla, darle sentido, interpretarla, estudiarla, modificarla o evaluarla; asimismo, ese modelo permite buscar soluciones, aplicarlas a otras realidades (objetos, fenómenos, situaciones etc.), estimar, comparar impactos y representar relaciones.

Desde esta comprensión, la modelización está relacionada con el dominio afectivo, debido a que los afectos desempeñan un papel importante en el desarrollo del pensamiento creativo y crítico, los cuales son fundamentales al momento de construir modelos [14]. La finalidad es que los estudiantes aprenden a usar variadas formas para representar datos, y a seleccionar y aplicar los métodos matemáticos apropiados y

las herramientas adecuadas para resolver problemas; de tal modo que las ecuaciones, las funciones y la geometría cobren un sentido significativo para ellos [1].

Por su parte, algunos investigadores [22, 31-33] estudian la modelización matemática desde la perspectiva del profesor. Estos autores la asumen como una estrategia de enseñanza que incorpora el tema matemático, los estudiantes y el profesor, además de las interacciones que pueden darse entre estos [32]. Para los autores mencionados, asumirla desde esta perspectiva, persigue el objetivo de ayudar a despertar en los estudiantes un sentido crítico y creativo, el cual posibilita el entendimiento de los conceptos matemáticos.

Según [33] entenderla como una estrategia de enseñanza influye en el desarrollo de la confianza de los profesores, ya que potencializa su capacidad de generar, explorar y analizar nuevas ideas, al tiempo que se fomenta la persistencia, la independencia y el uso creativo del conocimiento matemático. Lo anterior conecta con el dominio afectivo, ya que desde la perspectiva de [33], los profesores que desarrollan un fuerte sentido de eficacia, están más abiertos a nuevas ideas y están más dispuestos a experimentar con nuevos métodos para satisfacer mejor las necesidades de los estudiantes.

Con respecto a la forma en que los autores definen la modelización matemática, esta revisión mostró que, aunque las concepciones no son homogéneas en cada una de ellas se destaca la relación existente entre el mundo real y las matemáticas. También se observa, que en cada comprensión emergen relaciones con el dominio afectivo, lo que habla de la importancia, de comprenderlas mejor. Por tal razón, a continuación, se presentan las diferentes concepciones del dominio afectivo en la literatura revisada.

3.2 Dominio afectivo y sus componentes

Como ya se ha mencionado, son diversos los investigadores que dan cuenta de la importancia que tiene el estudio del dominio afectivo en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas; particularmente sobre la resolución de problemas [1, 3, 7, 20, 25, 34]. Dicho reconocimiento se ha visto reflejado en investigaciones, lo que a su vez ha desembocado en el establecimiento de un área de investigación conocida como el dominio afectivo en Educación Matemática [35].

Con respecto a la concepción de dominio afectivo, pudimos observar dos tendencias principales, dominio afectivo asociado al contenido y dominio afectivo asociado a la actividad. Con respecto a la tendencia de asumir el dominio afectivo desde su asociación a los contenidos, se encontró que la comprensión más usada corresponde a la propuesta por McLeod [1, 6, 7, 13, 24, 29, 36, 37]. Para [38], el dominio afectivo se entiende como *un extenso rango de sentimientos y humores o estados de ánimo que son generalmente, considerados como algo diferente de la pura cognición e incluye como componentes específicos de este dominio las actitudes, creencias y emociones*. En algunos de los trabajos revisados (n=14), los componentes propuestos por [38] son utilizados para estudiar las interacciones entre la cognición, el dominio afectivo y el proceso de modelización, entendiendo este último como un proceso que a través de una serie de fases permite al estudiante dar solución a una problemática del contexto a partir de un concepto matemático determinado.

Aunque algunos investigadores ampliaron el espectro de los componentes del dominio afectivo propuesto por [38]. Al respecto [39] desarrollaron un modelo tetraédrico en el que se sugiere que el dominio afectivo está compuesto por cuatro componentes intrincadamente entrelazados. El componente que [39] añadieron fue el de los valores, que engloba la ética y la moral, y se suma a los tres componentes propuestos de [38]. No obstante, esta revisión de la literatura mostró que en los trabajos donde se investiga el dominio afectivo y la modelización matemática al mismo tiempo, no se utilizó el modelo propuesto por [39]. Aunque si se menciona de forma recurrente en los apartados donde se conceptualiza el dominio afectivo.

La comprensión anterior corresponde a una mirada clásica del dominio afectivo [40], es decir, una subdivisión del dominio afectivo en componentes como las emociones, actitudes y creencias. Sin embargo, existen posturas más recientes que definen el dominio afectivo mediante otros componentes, por ejemplo, el compromiso y la motivación. En su investigación [20] conceptualizaron el dominio afectivo desde su

asociación con la actividad y no en la matemática como campo conceptual; desde esta perspectiva, los autores mencionados estudiaron el afecto de los estudiantes cuando realizan una actividad como lanzar un objeto, grabarlo, y con la ayuda de un software de seguimiento en computadoras portátiles transformar el movimiento en medidas, aproximar el movimiento con un modelo matemático y luego presentar sus hallazgos en un póster. Entender el dominio afectivo basados en la actividad de los estudiantes, les permitió por un lado relacionarlo con las actividades y no con las matemáticas como entidad holística, por otro lado, permitió distinguir entre diferentes tipos de actividades dentro de los distintos contextos de la educación matemática. Desde esta perspectiva, la modelización matemática es asumida como una herramienta que permite acercar al estudiante a diversidad de conceptos, partiendo de la relación que estos puedan tener con el contexto real y las actividades que puedan desencadenarse de dicha relación.

Así como existen diferentes maneras de conceptualizar el dominio afectivo, también se encontró que sus componentes más reconocidos (actitudes, creencias y emociones), también han sido conceptualizados de diversas maneras. A continuación, se realiza una descripción de estas concepciones.

- *Emociones.* Al realizar la revisión de la literatura sobre cómo son conceptualizadas las emociones en los trabajos revisados, se encontraron dos enfoques, el conductual y el analítico. En el enfoque conductual las emociones son entendidas como respuestas afectivas ante una actividad de modelización matemática, las cuales facilitan o dificultan el aprendizaje dependiendo si dichas emociones son positivas o negativas [1,30,34].

En su estudio [1] investigaron las manifestaciones emocionales de los estudiantes en el proceso de aprender a modelar funciones lineales. Para estos autores, las emociones son asumidas a partir de lo propuesto por [38], quien a su vez las definió como respuestas afectivas caracterizadas por una alta intensidad y activación fisiológica que experimentan los estudiantes, y que surgen en respuesta a una tarea matemática que tiene una carga de significado positiva o negativa para ellos. Los datos obtenidos en esta investigación, concluyen que existe una relación entre la emocionalidad y el rendimiento en matemática de los estudiantes al trabajar en una situación de aprendizaje orientada a la resolución de un problema [1].

A su vez [34] investigó los posicionamientos discursivos y las emociones de un grupo de cuatro estudiantes de grado séptimo durante las fases de una actividad de modelización utilizando el marco del análisis discursivo. En este estudio las emociones se describen como un factor poderoso, que fomenta o inhibe el aprendizaje efectivo y los enfoques de estudio. Como resultado de este trabajo, se concluyó que los diferentes posicionamientos de los miembros del grupo en las distintas fases de modelado fueron acompañados por diferentes emociones experimentadas por ellos, donde ser un colaborador activo resultó en emociones positivas, mientras que ser un estudiante menos participativo resultó en emociones negativas.

Por su parte, [30] investigaron si los estudiantes manifiestan mayor interés y sienten mayor placer y menos aburrimiento al momento al resolver problemas del mundo real dentro o fuera del aula. Los autores definen las emociones a partir de lo propuesto por [41], quien a su vez las describe como un constructo complejo y multidimensional que comprende partes motivacionales, expresivas, fisiológicas y cognitivas. Los investigadores [30] centraron su atención en el estudio de las emociones de disfrute y aburrimiento, ya que, para ellos, estas son las emociones más frecuentes en el contexto del aprendizaje. Los resultados mostraron que la ubicación de los estudiantes (dentro o fuera del aula) no influye en el interés y desarrollo de las emociones. Por lo tanto, no es el entorno de aprendizaje dentro o fuera del aula, lo que es importante para desarrollar el interés.

En el enfoque analítico, las emociones son entendidas como fenómenos complejos que surgen durante el proceso de aprender e incluyen parte cognitiva y afectiva. Desde esta perspectiva, en esta revisión se encontraron los trabajos dos trabajos [24, 42]. En su estudio [42] exploraron el papel de la estrategia de dibujo como mediador entre las emociones disfrute y ansiedad con la actividad de modelización en un grupo de 220 estudiantes. Los autores definen las emociones como fenómenos complejos que incluyen partes afectivas, cognitivas, fisiológicas, motivacionales y expresivas. Entre los resultados de este trabajo

se encontró que el uso de la estrategia de dibujo es beneficioso para la resolución de problemas en el ámbito de las matemáticas y más específicamente para los problemas de modelización geométrica. Sin embargo, existen factores emocionales y cognitivos que afectan al uso de la estrategia de dibujo al resolver problemas matemáticos. Tales factores están relacionados con el disfrute o la ansiedad, ya que estos fomentan o dificultan el uso de la estrategia de dibujo en situaciones de modelización [42].

Por su parte, [24] describieron la acción de un profesor (toma de decisiones y acciones) en función de su epistemología personal. Estos autores conceptualizaron las emociones como uno de los componentes de la epistemología personal del profesor junto con el razonamiento epistémico y las creencias epistémicas. Estos componentes actúan como condicionantes cognitivos y emocionales en las tareas que se proponen a los estudiantes [24]. En este trabajo, las emociones epistémicas se conciben como emociones que surgen cuando el objeto es el conocimiento y los procesos que implican el conocer son causados por las cualidades cognitivas de la información de la tarea y el procesamiento de esa información. Como resultado se evidenció que el profesor con quién se realizó el estudio, en base a su epistemología personal, prioriza la estrategia de la analogía para fomentar el compromiso y la motivación de los estudiantes en las transiciones entre los mundos real y matemático [24].

A partir de la literatura revisada, se aprecia que las emociones están relacionadas tanto con el actuar del estudiante, como con el accionar del profesor. Por tal razón, estudiarlas y reconocerlas es un campo importante de investigación al interior de la matemática educativa, en aras de fomentar prácticas de aprendizaje y enseñanza exitosas.

- *Actitudes.* Con respecto al estudio de las actitudes y la forma como esta es conceptualizada, en los trabajos revisados se encontraron dos enfoques. Uno orientado al cambio y otro enfoque orientado a la medición. El enfoque orientado al cambio, utiliza situaciones reales como promotor de la motivación de los estudiantes, con lo cual se espera que los estudiantes asuman actitudes positivas o cambien actitudes negativas generadas por experiencias de aprendizaje que desconocen la utilidad percibida de las matemáticas [2, 29].

En [29], se investigó el potencial de la enseñanza de problemas del entorno para cambiar la actitud de los estudiantes hacia las matemáticas. Para tal fin examinaron la actitud y compromiso de los estudiantes hacia las matemáticas mientras resuelven los problemas propuestos, esto comparado con el compromiso de los estudiantes que resuelven problemas de palabras e intra matemáticos. En su trabajo, la actitud de los estudiantes hacia las matemáticas, se refiere a cómo les gusta aprender las matemáticas.

Así mismo, la actitud está asociada con la utilidad que puede tener el aprendizaje de las matemáticas en la vida cotidiana (utilidad de las matemáticas). Los resultados de esta investigación mostraron que familiarizar a los estudiantes con los problemas de modelización tuvo efectos positivos en su actitud hacia las matemáticas. También encontraron que, aunque la actitud hacia las matemáticas es resistente al cambio, puede mejorarse utilizando métodos de aprendizaje cooperativo [29].

A su vez [2] estudió el impacto de promover situaciones de modelización con auténticos problemas reales, en la actitud de los estudiantes hacia las matemáticas. En este trabajo, se abordó la actitud hacia las matemáticas desde un enfoque narrativo con el fin de investigar las dimensiones que los estudiantes utilizan para describir su relación con las matemáticas. Como resultado de su trabajo encontraron que, dentro de las narrativas de los participantes, la utilidad percibida de las matemáticas es uno de los aspectos más recurrentes, por lo tanto, constituye uno de los principales componentes al momento de conformar la visión matemática de los estudiantes.

También encontraron que la relación entre la modelización matemática y la actitud hacia las matemáticas es más compleja de lo que parece. Lo anterior se estableció a partir de lo expresado por los estudiantes en sus narrativas, ya que para la mayoría de los estudiantes es muy difícil modelar cualquier situación real (incluso simple) utilizando conocimientos matemáticos básicos desarrollados en la educación matemática escolar.

El enfoque orientado a la medición, se apoya en la modelización matemática para determinar escalas que permitan identificar las actitudes de los estudiantes hacia el planteamiento de problemas matemáticos [43]. Estos autores desarrollaron una escala para determinar las actitudes de los estudiantes de secundaria hacia el planteamiento de problemas matemáticos. En este estudio se tuvieron en cuenta tres componentes de la actitud: cognitivo, afectivo y conductual. Los componentes cognitivos se componen de la creencia y la información basada en hechos, los componentes afectivos se componen de estados positivos o negativos como si nos gusta algo o no y los componentes conductuales se componen de acciones o palabras.

Cabe destacar que, al momento de referirse a las actitudes de los estudiantes, los autores no las enmarcan en actitudes positivas y negativas, sino que emplean los términos actitudes altas y actitudes bajas. Como resultado de su trabajo encontraron que los estudiantes de secundaria tienen altas actitudes de planteamiento de problemas matemáticos, altas actitudes de resolución de problemas matemáticos y altas actitudes hacia las matemáticas, y que existen altas relaciones positivas entre estas actitudes. No obstante, a medida que aumenta el grado de escolaridad de los estudiantes, disminuyen las actitudes hacia el planteamiento de problemas, a su resolución y hacia las matemáticas en general.

Las actitudes son componentes fundamentales en los procesos de enseñanza y aprendizaje desde una perspectiva de modelización matemática [2, 29, 43]. Respecto al concepto de actitud, autores como [44] critican que no existe un consenso general para definirla por parte de los principales investigadores. A menudo dichas definiciones dependen del instrumento con el cual se está trabajando. Por lo tanto, es importante seguir profundizando en su investigación, no solo para unificar una definición, sino para entenderlas mejor, ya que, si se logra entender el proceso que da lugar al establecimiento de las actitudes en los estudiantes, y la forma como estas favorecen o dificultan el proceso de modelización, se estará aportando a mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

- *Creencias.* En la literatura revisada se identificaron diversas comprensiones, las cuales pueden agruparse en una categoría principal enfocada al estudio de las creencias sobre uno mismo; esta categoría puede dividirse en dos subcategorías, creencias del estudiante [6, 23, 27, 36, 45] y creencias del profesor [22, 31]. En las investigaciones enfocadas al estudio de las creencias sobre uno mismo y la capacidad para resolver problemas matemáticos, los investigadores coinciden en llamar a este tipo de creencias autoeficacia, auto concepto, creencias de valor, eficacia y creencias positivas y negativas.

Al analizar los trabajos revisados y profundizando en el análisis de las investigaciones centradas en las creencias sobre sí mismo de los estudiantes, se encontraron dos puntos de encuentro. De un lado están los estudios enfocados en el estudio del impacto que tienen diversos tipos de creencias como el auto concepto y autoeficacia en el desarrollo de situaciones de modelización matemática [23, 26, 36] y los trabajos enfocados en identificar creencias positivas y negativas derivadas de las actividades de modelización [6]. En estos trabajos se pueden apreciar diversas formas de conceptualizar las creencias.

Para [23], autoeficacia y auto concepto son tipos de creencias que poseen un importante potencial predictivo motivacional del rendimiento de los estudiantes en la resolución de problemas. En su investigación, [26] asumen la autoeficacia desde una perspectiva según la cual, la autoeficacia está dada a partir de las creencias en las propias capacidades para organizar y ejecutar los cursos de acción necesarios para producir determinados logros. Mientras que en [36], las creencias de los estudiantes sobre las matemáticas y su aprendizaje están relacionadas con su motivación en el aprendizaje de las matemáticas y contribuyen de forma importante al desarrollo de sus respuestas emocionales a las situaciones matemáticas.

Entre las principales conclusiones de estos trabajos, se encontró que la autoeficacia y auto concepto en la modelización matemática tienen impacto en las calificaciones, independientemente del nivel cognitivo de los estudiantes o del aula [23]. También existen puntos de encuentro entre los trabajos del equipo de investigación de [26] y [36] cuando mencionan que para que los estudiantes desarrollen creencias positivas de autoeficacia y autoconcepto hacia las matemáticas, es necesario que los profesores

desarrollen métodos de enseñanza que resalten el valor de estos problemas y a la vez proporcionen a los estudiantes oportunidades de resolver problemas de modelización en clase.

Por su parte, [6] realizó una investigación que se concentró en determinar las creencias positivas y negativas de los estudiantes sobre las matemáticas y la resolución de problemas matemáticos. En este estudio usaron cinco escalas para medir las creencias de los estudiantes. Como resultado del estudio, los investigadores encontraron que creencias positivas como que el esfuerzo puede aumentar la propia capacidad matemática y que las matemáticas son útiles. También se encontraron con creencias negativas como que todos los problemas pueden resolverse mediante un procedimiento rutinario y la creencia de que los problemas de palabras no son importantes en matemáticas.

Respecto a las creencias de los profesores sobre sí mismos, se encontraron los trabajos de [22] y [31]. Para estos investigadores, las creencias de los profesores son un foco de investigación vigente en educación matemática. Como resultado de estos estudios, los investigadores coinciden en concluir que las creencias de los profesores tienen una gran influencia en las creencias de los estudiantes acerca de las mismas. Otra conclusión importante de ambos estudios, es que para el profesor las actividades de aplicación realistas (tareas de modelización) son *per se* necesarias en el proceso de enseñanza, sin embargo, esta creencia no siempre es compartida por los estudiantes, ya que ellos requieren un componente adicional, el cual es la motivación, y esto no es algo que el profesor garantice siempre que se abordan este tipo de actividades.

Otra conclusión importante del trabajo de [31] tiene que ver con que los profesores estudiados desarrollaron estas situaciones con sus estudiantes durante su etapa práctica (prácticum) de la universidad, porque los instructores los animaban a enseñar aplicaciones a través de la modelización. No obstante, cuando este periodo de prácticas termina, los profesores dejan de trabajarlas ya que lo consideran algo propio de profesores nobeles y sumamente diletante.

Como se puede apreciar, esta revisión de la literatura permitió encontrar diversidad de enfoques de modelización, así como diversidad de conceptualizaciones en lo que respecta a los componentes del dominio afectivo. Esta diversidad, a su vez, da lugar a diferentes relaciones entre ambos. A continuación, se analizan las relaciones encontradas.

3.3 Relaciones entre la modelización matemática y el dominio afectivo

Al momento de definir las relaciones existentes, se observaron principalmente dos tipos. Por un lado, están las relaciones de reciprocidad, según las cuales el dominio afectivo influye en la modelización matemática y viceversa [1, 7, 25, 26]. Otro tipo son las direccionadas o de influencia, en este tipo de relaciones, el incorporar situaciones de modelización en las clases influye positiva o negativamente en el dominio afectivo [6, 13, 23, 27, 28, 30, 32, 34, 36, 37, 43, 45, 46], pero la relación recíproca no se informa.

3.3.1 Relaciones de reciprocidad

Respecto a las relaciones de reciprocidad, la revisión de la literatura encontró que varios investigadores (n=6) reconocen que entre la modelización matemática y el dominio afectivo estas son recíprocas [1, 7, 25, 26, 36]. En [7], se plantea que un tercer elemento de conexión es la cognición. El autor presenta un esquema en el que los tres componentes están interconectados y desafían la idea del afecto como causa primaria. Para el autor, todas las influencias se basan en la retroalimentación y se pueden establecer tanto de manera consciente como inconsciente. Si se analiza esta relación poniendo en primer lugar el afecto, se tiene que las actitudes, creencias, emociones y demás componentes del dominio afectivo de la persona que está modelando, pueden influir en el tipo de modelo creado.

Para el análisis de esta relación, algunos autores agregan un sub constituto llamado persistencia, el cual, si bien es cierto, no es reconocido como un componente del dominio afectivo por los psicólogos matemáticos, es un requisito esencial para que los solucionadores de problemas modelen con éxito una situación [7, 36].

La razón de incluir la persistencia como un elemento importante en la relación estudiada, radica en que cuando se desarrollan actividades de modelización, los modelos no se obtienen de forma inmediata, a diferencia de las actividades intra matemáticas o los problemas de palabras *disfrazados*.

3.3.2 Relaciones direccionadas

Respecto a las relaciones direccionadas, se encontró que en la mayoría de trabajos revisados (n=19), los autores asumen que utilizar la modelización matemática permite condicionar de diversas maneras las percepciones afectivas de los estudiantes. De igual forma, cuando se integran elementos del dominio afectivo, como la autoeficacia y el disfrute, se afecta el desempeño de los estudiantes en modelización [42].

Resultado de esta caracterización se obtienen relaciones positivas y negativas. Para algunos autores, el uso de actividades de aplicación realistas motiva positivamente a los estudiantes, debido a la conexión de estos problemas con el mundo real [1, 25, 32, 37, 43, 46]. Otros autores sostienen que, contrario a lo que se ha planteado, el utilizar actividades de este tipo puede generar emociones negativas, debido a que los estudiantes se enfrentan a niveles de dificultad a los que no están habituados [6, 13, 23, 26, 28, 34, 46]. A continuación, se analiza con más detalle estas relaciones.

- *Relaciones positivas.* La modelización matemática está relacionada con situaciones del mundo real [47]. Diversas investigaciones han argumentado que los profesores pueden motivar a los estudiantes asignándoles tareas de aprendizaje que perciban como significativas para su vida cotidiana [23]. Al respecto, se encontraron dos estudios [30,46] que plantean que los problemas con una fuerte conexión con la realidad, persiguen el objetivo psicológico de fomentar el interés de los estudiantes al permitirles experimentar las matemáticas como algo significativo. En [23] se señala que, la enseñanza de las matemáticas mediante tareas desafiantes (como los problemas de modelización), invitan a los estudiantes a permanecer en la ambigüedad, en una zona de confusión, y esto establece oportunidades para el razonamiento matemático. Al emplear problemas de este tipo, se espera que estos sean fácilmente relacionados con la vida de los estudiantes y, por lo tanto, le motiven a realizar la tarea [6].

Según [23], una de las principales razones por la que los problemas de modelización matemática motivan positivamente a los estudiantes, es debido a la creencia de autoeficacia. Para los autores, la autoeficacia es la creencia en la propia capacidad para influir en los eventos actuales y futuros. En una investigación realizada con 279 estudiantes suizos, la autoeficacia tuvo un impacto positivo en las calificaciones escolares, independientemente del nivel cognitivo de los estudiantes o del aula. Entre los resultados indicaron que, un entorno de aprendizaje que combina la instrucción directiva y el trabajo en grupo influye positivamente en la autorregulación, la autoeficacia y las actitudes de los estudiantes. Para [26], dicha motivación no es fortuita, ya que, utilizando los contextos en los problemas, se despliega una serie de oportunidades para facilitar el surgimiento de significados, al hacer coincidir el contexto con los antecedentes y preferencias personales de los estudiantes.

De acuerdo con lo anterior, lograr que el estudiante se sienta motivado hacia la resolución de un problema, es fundamental para su resolución, ya que así se puede esperar que se sienta más interesado en resolverlo y persista durante más tiempo que otro compañero que se muestre desinteresado [26]. Otro aspecto que puede contribuir a mejorar los niveles de interés, es que, en los problemas de modelización, generalmente no aparecen términos matemáticos ni fórmulas en la descripción del problema, lo cual incrementa el nivel de percepción de autoeficacia del estudiante. Incluso los estudiantes de bajo rendimiento pueden pensar que pueden dominar desarrollar la actividad si entienden bien la descripción de la situación [26].

A pesar que las ideas anteriores son ampliamente aceptadas por la comunidad académica, existen otras visiones, como la de [37], según la cual son pocas las investigaciones que han verificado empíricamente, que efectivamente los procesos de modelización tienen un impacto positivo en el interés y motivación de los estudiantes. Así mismo, existen otros autores, quienes plantean que estos problemas fueron defendidos en su mayoría por su potencial más que por evidencia clara de su capacidad para motivar e involucrar a los estudiantes [30, 42].

Por lo visto aquí, diversos autores defienden la idea que la modelización matemática influye en el dominio afectivo y viceversa de forma positiva; las principales razones que dan lugar a esta afirmación, se basan principalmente en dos argumentos, la influencia del contexto como *agente potenciador* de la motivación y el *sentimiento de autoeficacia* que origina en los estudiantes realizar actividades matemáticas expresadas en un lenguaje natural carente de fórmulas. Dicha teoría ha generado múltiples investigaciones en el campo de la matemática educativa. No obstante, esta revisión permitió encontrar que para algunos autores dicha teoría no siempre se cumple. A continuación, se describen otras formas de ver la relación entre la modelización y el dominio afectivo.

- *Relaciones negativas.* Como se informó anteriormente, en la literatura se reconoce la idea de que las actividades con una fuerte conexión con la realidad son importantes para el aprendizaje de los estudiantes, tanto en su etapa formativa, como vida futura. A pesar de esto, estudios como los de [26] indican que los estudiantes no parecen compartir tal creencia. Una de las razones, radica en que los problemas de modelización matemática requieren procesos de *traducción* más exigentes en comparación con problemas de palabras disfrazados, o actividades intra matemáticas [26, 30, 45].

En otro estudio, [42] la describen como un proceso que va desde la lectura de un problema para reconocer la estructura matemática, (construcción de un modelo) y el trabajo matemático para obtener unos resultados, los cuales deberán ser interpretados y validados posteriormente. El desarrollo de las fases representa un esfuerzo adicional, si se compara con lo que los estudiantes realizan en otras tareas, lo cual podría influir negativamente en el grado en que los estudiantes valoran dichos problemas [26]. Lo anterior se puede traducir en expectativas de autoeficacia más bajas para la resolución de problemas.

De acuerdo con [23], en el desarrollo de una tarea de modelización los estudiantes se enfrentan a una complejidad a la que no están acostumbrados. Sin embargo, el profesor, buscando que el estudiante sea quien construya el modelo, le presiona para que *haga lo que crea*, desconociendo en cierta medida la dificultad que representa para un estudiante, especialmente aquellos de bajo rendimiento, desarrollar estrategias meta cognitivas que le permitan transformar un contexto real en un contexto matemático.

Las relaciones establecidas apoyan la idea de que el estudio de la modelización y el dominio afectivo es un campo de investigación fértil con amplios temas y preguntas abiertas, especialmente, en lo referente a la influencia de las relaciones emergentes entre conocimiento, profesor y estudiante en el desarrollo de emociones actitudes y creencias; asimismo, las preguntas por la influencia de los materiales y recursos utilizados en las actividades de modelización también están abiertas. Por eso es importante desarrollar investigaciones que permitan conocerlas con más detalle. También reconocer que las relaciones que se establecen dependen de las poblaciones objeto de investigación. A continuación, se describen las poblaciones estudiadas en los trabajos revisados y los resultados obtenidos con ellas.

3.4 Poblaciones, teorías e instrumentos utilizados en la investigación sobre afecto y modelización matemática

3.4.1 Poblaciones estudiadas

En los documentos revisados, se pudo observar una gran variedad de grupos poblacionales en los que se ha investigado la modelización matemática y el dominio afectivo. De igual forma, existe gran variedad en la procedencia de dichos estudios. En la revisión de la literatura, llama la atención que la mayoría de estudios se enfoquen en el nivel de básica secundaria (11 a 15 años), mientras que en básica primaria se encontraron pocos estudios. En la Tabla 2 se muestran los grupos poblacionales con los que más se ha estudiado la modelización matemática y el dominio afectivo, así como los principales resultados.

La conjunción entre la modelización matemática y el dominio afectivo ha generado investigaciones en diferentes niveles educativos. Esta revisión permitió apreciar que la mayoría de investigadores enfocan sus trabajos en el nivel de básica secundaria (n=13). Esto se debe principalmente a que, en este nivel, los estudiantes vivencian la transición de una matemática concreta, como la que se aprende en la escuela, a una matemática más formal y abstracta [20,27]. Este hecho da cuenta de la importancia no solo conocer la

forma como se desarrolla el dominio afectivo en la transición de las matemáticas concretas de la primaria a las matemáticas formales y abstractas de la secundaria. Sino también de incorporar metodologías que permitan relacionar lo concreto con lo abstracto como la modelización matemática. No obstante, dicho conocimiento precisa de instrumentos válidos que permitan establecer tal relación.

Tabla 2. Poblaciones estudiadas

Población	Resultados	Ejemplos
Básica Primaria	En el nivel de básica primaria, se encontró que cuando los estudiantes se involucran en ambientes que promueven su participación, como las tareas de modelización, se comprometen en alto grado con la descripción e interpretación de las situaciones a estudiar, la matematización de relaciones propias de la situación, la interpretación y el análisis de las soluciones propuestas. Sin embargo, esto es algo que no ocurre en todos los casos, particularmente para aquellos estudiantes con un bajo nivel de motivación inicial para el aprendizaje de las matemáticas. Si bien sus creencias sobre los modelos mejoraron, esto no tuvo impacto en el rendimiento de los estudiantes en la resolución de problemas	[8, 36, 37]
Básica Secundaria y Media	En el nivel educativo comprendido entre los 11 y 18 años, se pudo observar que las emociones de los estudiantes varían a medida que la actividad de modelización avanza. Los resultados apuntan a 4 factores principales que afectan las emociones de los estudiantes durante una actividad de modelización: las características propias del estudiante, las experiencias previas con la matemática, las características propias de la actividad [especialmente el nivel de dificultad] y las fases del proceso de modelización. En este nivel es en el que más se hace evidente la dicotomía relaciones positivas y negativas entre la modelización matemática y el dominio afectivo. Si bien un importante número de investigaciones que reportan que la modelización favorece aspectos del dominio afectivo como la autoeficacia; también es cierto que se ha encontrado especialmente en los estudiantes con bajo rendimiento, que las actividades de modelización según el nivel de dificultad, generan emociones negativas que a la larga se concretan en actitudes hacia las matemáticas en general, las cuales si no se intervienen a tiempo, se verán reflejadas en creencias sobre sí mismos y sobre las matemáticas.	[1, 3, 9, 12, 13, 23, 25, 28, 29, 34, 36, 42, 46]
Universidad	Los resultados de las investigaciones en cuanto a las creencias positivas y negativas sobre las matemáticas y la resolución de problemas matemáticos revelaron que los estudiantes universitarios creen que el esfuerzo puede aumentar la propia capacidad matemática. También se encontró que un significativo número de estudiantes universitarios considera que no todos los problemas de palabras extraídos de la realidad pueden resolverse desarrollando las fases de un proceso de modelización.	[6, 20, 22, 28, 32, 47]

A continuación, se presenta una descripción de los instrumentos más utilizados por los investigadores en los trabajos revisados.

3.4.2 Instrumentos utilizados

Los resultados de la revisión muestran que existe gran variedad de instrumentos con los cuales se puede recoger información sobre el dominio afectivo y la modelización matemática con los estudiantes. Esta variedad se debe a que cada investigador emplea los instrumentos que considere pertinentes según su contexto y las características propias de su estudio. En la Tabla 3 se organizan los instrumentos utilizados junto con una breve descripción.

Tabla 3. Estrategias e instrumentos utilizados

Estrategia o instrumento	Descripción	Ejemplos
Situaciones de aprendizaje con tareas de modelización Metodología cualitativa	Son actividades con las que se busca que el estudiante desarrolle las fases del proceso de modelización matemática a partir de la solución de una situación problematizadora, preferiblemente extraída de su contexto próximo.	[1, 23, 25, 28, 45, 46]
Encuestas y entrevistas semiestructuradas Metodología cualitativa.	La entrevista semiestructurada es una entrevista exploratoria que, si bien generalmente sigue una guía o protocolo que se elabora antes de la entrevista y se centra en un tema central para proporcionar una estructura general, la entrevista semiestructurada también permite el descubrimiento, con espacio para seguir trayectorias temáticas a medida que se desarrolla la conversación.	[32, 34, 47]
Escala de Likert Metodología cuantitativa (Cuasiexperimental)	La Escala de Likert es una herramienta de medición que sirve para evaluar la opinión de una persona sobre un tema, producto o servicio. Esta evaluación se realiza a través de un cuestionario con un rango de preguntas cerradas y emplea, la escala más utilizada generalmente es la de 5 niveles.	[29, 36, 46]
Cuestionarios Metodología cualitativa.	El cuestionario es un documento formado por un conjunto de preguntas que deben estar redactadas de forma coherente, y organizadas, secuenciadas y estructuradas, de acuerdo con una determinada planificación, con el fin de que sus respuestas nos puedan ofrecer toda la información necesaria.	[25, 36, 46]

Cuestionario de motivación y creencias (Cuasiexperimental)	El cuestionario de motivación y creencias se utiliza para comprender qué situaciones podrían aumentar o disminuir la motivación de un determinado grupo de sujetos. Como sucede con el cuestionario de personalidad, no hay respuestas correctas o incorrectas.	[36]
--	---	------

Pese a la diversidad de herramientas utilizadas por los investigadores al momento de estudiar la relación objeto de esta revisión, algunos autores plantean que es necesario consolidar instrumentos validados que permitan realizar un diagnóstico del estado emocional de los estudiantes [1-3]. Según los autores, esta falta de instrumentos es una de las razones por las cuales el estudio del dominio afectivo y su relación con las matemáticas, presenta menos investigaciones en comparación con otros campos.

Lo anterior pone sobre la mesa la necesidad de realizar más estudios en el campo de la modelización y el dominio afectivo, los cuales desarrollen y validen nuevos instrumentos para estudiar las relaciones emergentes entre estos campos de investigación.

4. CONCLUSIONES

El estudio de las relaciones existentes entre el dominio afectivo con la enseñanza de la matemática, ha mostrado un importante crecimiento en los últimos años. Estas investigaciones en su mayoría se han enfocado en las relaciones del estudiante con la clase de matemáticas y la resolución de problemas, pero son pocos los estudios que se han enfocado en las relaciones que existen entre el dominio afectivo y la modelización. La literatura especializada reporta que están fuertemente relacionados [26, 42, 46]. Sin embargo, aún no se conoce a profundidad los diferentes tipos de relación ni las condiciones que las activan o promueven.

Conocer a profundidad estos aspectos ofrece oportunidades para comprender la influencia que tiene el profesor (por ejemplo, el discurso y las metáforas) así como el ambiente en el que se desarrolla la modelización; ya que, como lo plantean algunos autores, ni el profesor ni los ambientes y recursos, son neutros en la producción de significados, en el desarrollo profesional, ni en las emociones y otros componentes del dominio afectivo [48]. Una mirada a la modelización como ambiente de aprendizaje incluye los materiales, estrategias llevadas al aula. Lo anterior dialoga con lo propuesto por [49], quienes proponen que asumirla como ambiente de aprendizaje que permite el desarrollo de reflexiones críticas sobre los aspectos matemáticos implicados en los temas que los estudiantes eligen estudiar.

Para varios autores, los problemas con una conexión con la realidad, principalmente los problemas de modelización, persiguen el objetivo psicológico de fomentar el interés de los estudiantes al permitirles experimentar las matemáticas como algo significativo [48]. Esta postura que si bien es cierto ha sido ampliamente difundida y aceptada, también ha sido cuestionada por autores como [46], quienes plantean que faltan pruebas que respalden la expectativa de que los problemas con una conexión con la realidad son más interesantes para los estudiantes que los problemas intra matemáticos.

Esto dialoga con lo propuesto por [45] cuando sugieren que los estudiantes no valoraron más los problemas de modelización que otros tipos de problemas. Esta situación, se debe principalmente a que los estudiantes en un alto porcentaje, no tienen conciencia del valor de utilidad de estos problemas para su vida cotidiana presente y futura. Sino que se enfocan en los problemas inmediatos de su vida escolar, como aprobar exámenes, tener buenas calificaciones y obtener la aprobación de sus compañeros.

Si bien existe una amplia literatura sobre los beneficios de utilizar la modelización para promover la conceptualización matemática, esta revisión mostró que se han realizado pocas investigaciones sobre las razones por las que resulta difícil de alcanzar, especialmente para los estudiantes que presentan bajo rendimiento [28]. De igual forma, es poco lo que se ha estudiado sobre los factores asociados a dichas dificultades.

Al respecto, existe un importante número de autores, quienes, a partir de los resultados de sus investigaciones, muestran los aportes de abordar los conceptos matemáticos a partir de la modelización

matemática [1, 23, 28]. Estos aportes se deben especialmente a que este tipo de actividades despiertan el interés de los estudiantes, debido a que perciben las actividades como significativas por estar relacionadas con su vida cotidiana [23, 46]. Frente a esto, autores como [23] sostienen que una de las principales razones por la que los problemas de modelización matemática motivan positivamente a los estudiantes, es debido a la autoeficacia y el contexto.

La autoeficacia contribuye decisivamente a mejorar el desempeño de los estudiantes independientemente de su nivel cognitivo, mientras que el contexto permite a los estudiantes reconocer los significados derivados de la realidad para asociarlos con los significados matemáticos, además provee una sensación de aplicabilidad, lo cual aporta a una visión de matemática útil.

A pesar de que las ideas expuestas son aceptadas por la comunidad académica, esta revisión encontró que hay otras miradas acerca de las relaciones que pueden establecerse, las cuales no siempre son positivas. Este hecho refuerza la idea de realizar investigaciones que permitan comprenderlas, así como incluir nuevas visiones. Al respecto, varias investigaciones han mostrado que los estudiantes no necesariamente valoran más los problemas relacionados con su contexto que de otros tipos [26, 45].

Esto cuestiona lo que tradicionalmente se ha defendido sobre las razones para abordar las matemáticas desde la modelización [27], ya que se esperaba garantizar la motivación de los estudiantes. Sin embargo, esto no siempre se puede garantizar, especialmente con aquellos estudiantes que presentan bajo rendimiento, o han desarrollado creencias negativas sobre las matemáticas y sobre sí mismos.

A partir de la literatura revisada y los resultados obtenidos, queda claro, que no es recomendable asumir o dar por hecho relaciones positivas o negativas. Si bien, un importante número de investigaciones siguen dando cuenta de los beneficios de asumir el aprendizaje de las matemáticas a través de la modelización, es necesario tener presente que ello depende de múltiples condiciones donde quizás, el utilizar situaciones propias del contexto de los estudiantes, no sean suficientes para garantizar su motivación e interés en el proceso aprendizaje.

El estudio del dominio afectivo y la modelización matemática son temas que, a pesar de haber ganado gran reconocimiento en los debates académicos, aún falta mucho por aprender sobre las relaciones emergentes entre sus componentes y comprensiones. Por tal razón, se requieren investigaciones y estudios de diversa índole que nos ayuden a comprender mejor las relaciones entre estos dos grandes campos de investigación, los cuales, si bien se han estudiado ampliamente de forma separada, es poco lo que se conoce de la relación existente entre ellos.

Finalmente, esta revisión da cuenta que existen múltiples concepciones desde las cuales puede abordarse la modelización matemática, ya sea como un proceso, una estrategia de enseñanza o una forma de ver el mundo en términos matemáticos. En los trabajos revisados, las relaciones que se establecen con el dominio afectivo están dadas a partir de la influencia que tienen las situaciones del contexto en las actitudes, creencias y emociones de los estudiantes y viceversa. No obstante, es necesario estudiar otras visiones, como la propuesta por [50], quien la concibe como un ambiente de aprendizaje en el que los estudiantes son invitados a plantear y resolver problemas de su cotidianidad con el uso de la matemática.

En este ambiente se invita a los estudiantes a indagar, a través de las matemáticas, situaciones que surgen de otros ámbitos de la realidad, como tal involucra no solo el diseño de tareas, sino también las estrategias del profesor, las formas de interacción y colaboración entre estudiantes, profesores, contenido y los recursos disponibles [8, 50]. Finalmente, el equipo que llevo a cabo esta revisión, concluyó que estudiar otros elementos involucrados en el proceso de modelización, como los que contiene un ambiente de modelización, abre la puerta a nuevas líneas de investigación y por lo tanto otras comprensiones de las relaciones existentes.

Agradecimientos

El equipo realizador de esta revisión de la literatura agradece a la universidad Tecnológica de Pereira y al programa de Doctorado en Didáctica, por facilitar el acceso a las bases de datos, así como la asesoría recibida a través de los seminarios y encuentros de línea.

REFERENCIAS

- [1] Poblete Á. et al. (2018). Emotional manifestation and modeling of a mathematical function. *Bolema-Boletín de educación de Matemática* 32(62), 1198–1218.
- [2] Di Martino. P. (2019). The complex relationship between mathematical modeling and attitude towards mathematics. En Chamberlin A. y Sriraman S. (eds.), *Affect in mathematical modeling*. Springer
- [3] Martínez G. y García M. (2017). Students' emotions in the high school mathematical class: Appraisals in terms of a structure of goals. *International Journal of Science and Mathematics Education* 15(2) 349–369.
- [4] Mellado V. et al. (2014). Emotions in science teaching. *Enseñanza de las ciencias* 32(3), 11–36.
- [5] Trigueros M. (2009). El uso de la modelización en la enseñanza de las matemáticas. *Innovación Educativa* 9(46), 75-87.
- [6] Sangcap P. (2010). Mathematics-related beliefs of filipino college students: Factors affecting mathematics and problem solving performance. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 8, 465–475.
- [7] Chamberlin S. (2019). The construct of affect in mathematical modeling. En Chamberlin A y Sriraman S. (eds.), *Affect in Mathematical Modeling*. Springer.
- [8] Villa-Ochoa J. y Parra-Zapata M. (2016). Interacciones y contribuciones. Forma de participación de estudiantes de quinto grado en ambientes de modelización matemática. *Actualidades investigativas en educa.* 16(3), 1-27.
- [9] Schorr R. et al. (2009). Don't disrespect Me: Affect in an urban math class. En Lesh R. et al. (eds.), *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies*. Springer.
- [10] Niss M. et al (2007). Introduction. En Blum W. et al. (eds.), *Modelling and applications in mathematics education: The 14th ICMI study*. Springer.
- [11] Lingefjärd T. (2006). Faces of Mathematical Modeling. *ZDM* 38(2), 96–112.
- [12] Niss M. (2003). Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danish kom project. En 3rd Mediterranean conference on mathematical education. Atenas, Grece.
- [13] Chamberlin S. y Parks. K. (2020). Comparison of student affect after engaging in a mathematical modeling activity. *International journal of education in mathamtics, science and tecnologia* 8(3), 177–189.
- [14] Creswell J. (2013). *Research design. Qualitative, Quantitative, and mixed methods approaches*. Sage.
- [15] Scimago G. (2006). Análisis de la cobertura de la base de datos Scopus. *Profesional de la informacion* 15(2), 144–145.
- [16] Xiao Y. y Watson M. (2019). Guidance on conducting a systematic literature review. *Journal of Planning Education and Research* 39(1), 93–112.
- [17] Lesh R. et al. (2010). Introduction to part I modeling: What is it? Why do it? En Lesh R. et al (eds.), *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies*. Springer.
- [18] Chamberlin S. y Sriraman B. (2019). *Affect in Mathematical Modeling*. Springer.
- [19] Frejd P. (2013). Modes of modelling assessment-a literature review. *Educat. Stu. in Mathematics* 84(3), 413–438.
- [20] Gjesteland T. y Vos. P. (2019). Affect and mathematical modeling assessment: A case study on engineering students' experience of challenge and flow during a compulsory mathematical modeling task. En Chamberlin A. y Sriraman S. (eds.), *Affect in Mathematical Modeling*. Springer
- [21] Girnat B. y Eichler A. (2011). Secondary teachers' beliefs about modeling in geometry and stochastics. En Kaiser G. et al. (eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling. International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling*. Springer.
- [22] Durandt R. y Jacobs. G. (2014). Mathematical modelling strategies and attitudes of third year pre-service teachers. En *Mathematical Modelling and Applications*. Springer.
- [23] Holenstein M. et al (2021). How do self-efficacy and self-concept impact mathematical achievement? The case of mathematical modelling. *British Journal of Educational Psychology* 92(1), 155-174.
- [24] Gómez I. y De la Fuente O. (2019). Exploring teacher's epistemic beliefs and emotions in inquiry-based teaching of mathematics. En Chamberlin A y Sriraman S. (eds.), *Affect in Mathematical Modeling*. Springer
- [25] Krawitz J. et al. (2022). The role of reading comprehension in mathematical modelling: Improving the Construction of a Real-World Model and Interest in Germany and Taiwan. *Educational Studies in Mathematics* 109(2), 337-359
- [26] Schukajlow S. et al. (2017). Emotions and motivation in mathematics education: Theoretical considerations and empirical contributions. *ZDM* 49(3), 307-322.
- [27] Maass K. (2010). Modeling in class and the development of beliefs about the usefulness of mathematics. En Lesh R. et al. (eds.) *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies*. ICTMA 13.
- [28] Hidayat R. et al. (2020). Meta-cognitive behaviour and mathematical modelling competency: Mediating effect of performance goals. *Heliyon* 6(4), 57-60.
- [29] Parhizgar Z. y Liljedahl P. (2019). Teaching modelling problems and its effects on students' engagement and attitude toward mathematics. En Chamberlin A. y Sriraman S. (eds.), *Affect in Mathematical Modeling*. Springer
- [30] Hartmann L. y Schukajlow S. (2021). Interest and emotions while solving real-world problems inside and outside the classroom. En Leung F. et al. (eds.), *Mathematical Modelling Education in East and West. International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling*. Springer.

- [31] Förster F. (2011). Secondary teachers' beliefs about teaching applications – Design and selected results of a qualitative case study. En Kaiser G. et al. (eds.), *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling. International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling*. Springer.
- [32] Galligan L. et al. (2019). It's part of my life and the modelling process. *Journal of Mathematics Teacher Education* 22(4), 355-378
- [33] Barbosa J. (2019). Commentary on affect, cognition and metacognition in mathematical modelling. En Chamberlin A y Sriraman S. (eds.), *Affect in Mathematical Modeling*. Springer.
- [34] Daher W. (2015). Discursive positionings and emotions in modelling activities. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology* 46(8), 1149-1164.
- [35] Nava C. et al (2021). El afecto y el razonamiento covariacional: Una reflexión sobre la importancia de su estudio. *Revista Educacion* 45(2), 1–12.
- [36] Pongsakdi N. et al. (2019). The role of beliefs and motivational variables in enhancing word problem solving. *Scandinavian Journal of Educational Research* 63(2), 179–197.
- [37] Daher W. (2021). Middle school students' motivation in solving modelling activities with technology. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education* 17(9), 1-13.
- [38] McLeod D. (1992). Research on affect in mathematics education: A reconceptualization. *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. Mcmillan.
- [39] Zan R. et al. (2006). Affect in mathematics education: An introduction. *Educational Studies in Mathematics* 63(2), 113-121.
- [40] Holm L. et al. (2017). Mathematics-related emotions among Finnish adolescents across different performance levels. *Educational Psychology* 37(2), 205-218.
- [41] Pekrun R. (2006). The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational Psychology Review* 18(4), 315–341.
- [42] Schukajlow S. et al (2021). Do emotions and prior performance facilitate the use of the learner-generated drawing strategy? Effects of enjoyment, anxiety, and intramathematical performance on the use of the drawing strategy and modelling performance. *Contemporary Educational Psychology* 65, 1-11.
- [43] Katrancı Y. y Şengül S. (2019). The relationship between middle school students' attitudes towards mathematical problem-posing, attitudes towards mathematical problem-solving, and attitudes towards mathematics. *Education and science* 44(197), 1–24.
- [44] Hannula M. (2012). Exploring new dimensions of mathematics-related affect: Embodied and social theories. *Research in Mathematics Education* 14(2), 137–161.
- [45] Krawitz J. y Schukajlow S. (2017). Do students value modelling problems, and are they confident they can solve such problems? Value and self-efficacy for modelling, word, and intra-mathematical problems. *ZDM* 50, 143–157.
- [46] Rellensmann J. y Schukajlow S. (2017). Does students' interest in a mathematical problem depend on the problem's connection to reality? An analysis of students' interest and pre-service teachers' judgments of students' interest in problems with and without a connection to reality. *ZDM* 49(3), 367–378.
- [47] Rogovchenko Y. et al. (2020). Joy of mathematical modelling: A forgotten perspective?. En Stillman G. et al (eds.), *Mathematical Modelling Education and Sense-making*. Springer.
- [48] Carmona-Mesa J. et al. (2020). Estudio de fenómenos físicos en la formación inicial de profesores de matemáticas. Una experiencia con enfoque STEM. *Uni-pluriversidad* 20(1), 18-38.
- [49] Rosa M. y Orey D. (2019). Mathematical modelling as a virtual learning environment for teacher education programs. *Uni-pluriversidad* 19(2), 80–102.
- [50] Barbosa J. (2001). Modelagem na educação matemática: Contribuições para o debate teórico. En *Reunião anual da ANPED 24*. Brasília, Brasil.